مجلة الفنون و العلوم التطبيقية ـ دورية علمية دولية محكمة ـ تصدرها كلية الفنون التطبيقية ـ جامعة دمياط – مصر
(JAAS)
Journal of Applied Arts & Sciences – International Peer Reviewed Periodical - Issued By Faculty of Applied Arts Damietta University - Egypt



الاستفادة من التقنيات الحديثة فى تصميم الزجاج للواجهات المعمارية

Using of the Modern Techniques in Glass Design for Architectural Facades

أ.م.د/أحمد محمد حماد
أستاذ مساعد بقسم الزجاج كلية الفنون التطبيقية جامعة حلوان

د/خالد فاروق السنديونى
مدرس بالمعهد العالي للهندسة بأكاديمية الشروق

الاستفادة من التقنيات الحديثة فى تصميم الزجاج للواجهات المعمارية

أ.م. د/أحمد محمد حماد
أستاذ مساعد بقسم الزجاج كلية الفنون التطبيقية
جامعة حلوان

د/خالد فاروق السنديونى
مدرس بالمعهد العالي للهندسة بأكاديمية الشروق

ملخص البحث:

تسعى نظريات العمارة الحديثة إلى تحقيق التوافق البيئى ، وذلك باستخدام العناصر المعمارية التى تخدم البيئة ، وتساعد الواجهات المعمارية الزجاجية على تحقيق التوافق البيئى للعمارة كما تعتبر مناطق تهوية ، وتتيح تغيير الظروف المناخية للفراغ الداخلى بسهولة وتنظيم الإضاءة الطبيعية داخل الحيز الداخلى ، ويمكن اعتبار الواجهة غلاف نشيط يغير خصائصه استجابة إلى الظروف البيئية داخل وخارج المبنى ، ليسمح بزيادة أوتقليل الإضاءة والهواء والحرارة طبقاً لظروف اللحظة .

وحيث أن العلاقة بين الإنسان والبيئة تتمثل في بيئة (طبيعية – صناعية) والتأثيرات التي تحدث في البيئة الطبيعية وتؤثر على فكر الإنسان وما قد يترتب على ذلك من إنجازات تخدم شتى مجالات الحياة ، ويجب أن يحتوى تصميم العمارة الحديثة على الفكر والتخطيط المنظم الذي يسبق العملية التنفيذية لكافة الأعمال ، سواءاً كانت أعمالاً إنشائية أومعمارية أو صناعية أو حتى أعمالاً تشكيلية ، ويجب أن تساير التقدم العلمى والتكنولوجى وتستفيد مما وصل إليه العلم الحديث.

وتمثلت مشكلة البحث في الحاجة إلى تفعيل التقنيات الحديثة فى الزجاج للإستفادة منها فىالواجهات الزجاجية المعمارية، و الحاجة إلى تصاميم للواجهات الزجاجية تجمع بين الأصالة والمعاصرة يمكن تنفيذها بالتقنيات الحديثة و تناسب البيئة المصرية.

ويهدف البحث للاستفادة منالتقنيات الحديثة فى تصاميم للواجهات الزجاجية لتلائم البيئة المعمارية المصرية. وتتحدد أهمية البحث في تفعيل التقنيات الحديثة فى تصاميم لتطوير الواجهات الزجاجية تماشياً مع مستجدات الحياة العصرية المصرية.

الكلمات المفتاحية :

الواجهات الزجاجية – الظروف البيئية – التقنيات الحديثة فى الزجاج – الطباعة الرقمية – أساليب تثبيت الواجهات .

مقدمة البحث:

تسعى نظريات العمارة المعاصرة إلى تحقيق التوافق البيئى ، وذلك باستخدام الخامات وعناصر البيئة لخدمة العمارة ، وتساعد الواجهات المعمارية الزجاجية على تحقيق التوافق البيئى للعمارة كما تعتبر مناطق تهوية ، وتتيح تغيير الظروف المناخية للفراغ الداخلى بسهولة وتنظيم الإضاءة الطبيعية داخل الحيز الداخلى ، ويمكن إعتبار الواجهة غلاف نشيط يغير خصائصه إستجابة إلى الظروف البيئية داخل وخارج المبنى ، ليسمح بزيادة أوتقليل الإضاءة والهواء والحرارة طبقاً لظروف اللحظة ، ولذا إتجه المعماريون إلى استخدام الزجاج كغلاف للعمارة لتحقيق عدة وظائف منها التواصل البصرى مع البيئة ودخول الإضاءة الطبيعية، وأصبح الزجاج علامة مميزة وهامة فى العمارة المعاصرة نظراً لتمتعه بالمظهر الجمالى والنفاذية للضوء وعدم السماح للأشعة الضارة من دخول المبنى

وحيث أن العلاقة بين الإنسان والبيئة تتمثل في بيئة (طبيعية – صناعية) ، والتأثيرات التي تحدث في البيئة الطبيعية تؤثر على فكر الإنسان وما قد يترتب على ذلك من إنجازات تخدم شتى مجالات الحياة ، ويلعب التصميم دوراً هاماً في صياغة السمات الحياتية للمجتمعات والشعوب بوجه عام .

ويجب أن يحتوى تصميم العمارة المعاصرة على الفكر والتخطيط المنظم الذي يسبق العملية التنفيذية لكافة الأعمال ، سواءاً كانت أعمالاً إنشائية أومعمارية أو فنية ، ويجب أن ساير التقدم العلمى والتكنولوجى وتستفيد مما وصل إليه العلم الحديث فى تحقيق التوافق البيئى فى العمارة .

وتمثلت مشكلة البحث في:

تفعيل التقنيات الحديثة فى الزجاج للإستفادة منها فى الواجهات الزجاجية المعمارية. تصميم الواجهات الزجاجية التى تجمع بين الأصالة والمعاصرة ويمكن تنفيذها بالتقنيات الحديثة لتناسب البيئة المصرية.

ولأن مفهوم التوافق البيئى للمبنى أصبح الآن من أهم الأهداف التى تسعى إلى تحقيقها نظريات العمارة المعاصرة فى القرن الحادى و العشرين ، فقد تم التفكير في حل مشكلة البحث بدراسة أمثلة للعمارة المعاصرة، و التقنيات المستخدمة فى معالجة الأسطح الزجاجية للإستفادة منها فى تصاميم مبتكرة للواجهات الزجاجية تلائم البيئة المعمارية المصرية ، ويمكن تنفيذها باستخدام تلك التقنيات لتطوير تصميم الواجهات الزجاجية .



ويهدف البحث إلي:

الاستفادة من التقنيات الحديثة فى تصاميم للواجهات الزجاجية لتلائم البيئة المعمارية المصرية.

وتتحدد أهمية البحث في:

تفعيل التقنيات الحديثة فى تصاميم لتطوير الواجهات الزجاجية تماشياً مع مستجدات الحياة العصرية المصرية

- **أمثلة للعمارة المعاصرة تحقق فكرة التوافق البيئى للمبنى**

١- **عمارة المناخ الحيوي** Bioclimatic Architecture

تعمل على توفير الظلال و التبريد و ترشيح الهواء [١١] و تحتوى على مناطق التهوية العميقة و التى تعتبر شكل من أشكال الأفنية الطبيعية المفتوحة إلى السماء .

٢- **المبنى الأخضر**

يتم إضاءة المبنى إضاءة طبيعية بواسطة أشعة الشمس ، و لتحقيق ذلك توضع العواكس على الواجهة لتعمل على السماح لضوء النهار بالدخول إلى الفراغات الداخلية فى جميع أوقات اليوم(٥: ص ٤،٥).

٣-**العمارة الذكية Intelligent building**

هى المبانى التى توفر بيئة سريعة الإستجابة وفعالة وداعمة من أجل تحقيق أداء أفضل لمستخدمى المبانى عن طريق دمج أنظمة متعددة بكفاءة عالية لإدارة الموارد والإمكانيات من أجل تنظيم الأداء الفنى وزيادة العائد وترشيد تكلفة التشغيل وتحقيق المرونة[٣:ص١٦] .

- **أسلوب تحسين الاداء الحرارى فى العمارة الذكية :**

استخدمت العمارة الذكية الأفكار و الأساليب التكنولوجية المتطورة لتحسين الأداء الحرارى وذلك من خلال استخدام التكنولوجية الذكية فى الحوائط و النوافذ و الأسقف.

اولاً : الحـوائـط

١- **الحوائط الثنائية الطبقات** Second Skin Walls

تطورت الحوائط فى السنوات الاخيرة من كونها مجرد غشاء واقى من المناخ ويفصل بينه وبين المبنى، إلى غشاء أكثر تعقيدا أو أكثر تفاعلاً ونشاطاً ، ليعمل وكأنه سطح بيني يفصل بين منطقتين ويهتم بتحقيق التحول من المناخ الداخلى إلى المناخ الخارجى . لذلك أصبح الهدف الجديد المطلوب من الحوائط تحقيقه أن يكون لديها القدرة على توقع الإختلاف بين المناخ الخارجي والداخلى[٥:ص ٧] و لكى تحقق هذه الواجهات كفاءة استخدام الطاقة فإنها تكون ثنائية الطبقات وهى عبارة عن لوحين من الزجاج بينهما فجوة هوائية تحتوى على عواكس

وستائر متحركة ومراوح تحريك الهواء . كل هذه الوسائل تتيح للحوائط أن تغير من الظروف المناخية للفراغ الداخلى بسهولة . تتكون طبقتى الحائط من زجاج عازل حيث الطبقة الخارجية تتكون من ألواح ثابتة والطبقة الداخلية من أبواب منزلقة ، مما يتيح الفرصة لكل فراغ داخلى وظيفى أن يحدد الظروف المناخية التى يحتاجها . يتم الحصول على الهواء النقى الموجود فى فجوة الحائط عن طريق فتحات فى الطبقات الخارجية منها .

يوجد طبقتين من الستائر المتحركة إحداها فوق الأخرى ، وذلك لتنظيم الإضاءة الطبيعية داخل الحيز الداخلى . الطبقة العليا تعمل على عكس أشعة الشمس والطبقة السفلى تعمل على إمتصاص هذه الأشعة . ويتم التحكم فى كل منها على حدة ، كما أن هذه الستائر مثقبة مما لايعوق الرؤية ، وفى المساء يتم تحريك الشرائح السفلى بزاوية ١٨٠° لكى تعكس الإضاءة الصناعية إلى داخل المبنى.

وتقوم الفكرة الأساسية لعمل الحوائط ثنائية الطبقات على كونها تعتبر مدخنة يدخل منها الهواء النقى فى المستوى الأرضى ويرتفع لأعلى ويستهلك ليخرج من الفتحات العلوية .، فحينما تكون درجة الحرارة الخارجية منخفضة يتم غلق فتحات التهوية الموجودة فى الطبقة الخارجية للواجهة أما الحوائط المواجهة للشمس فيتم فتحها ليدخل الهواء النقى ويقوم بتدفئة الشرائح الماصة لأشعة الشمس ، فتقوم بتدفئة الهواء الذى يتم نقله إلى الفراغ الداخلى بواسطة مرواح توجد فى أركان المبنى • وفى الصيف يتم غلق هذه الشرائح و الإستفادة من برودة الهواء لتستخدم فى تبريد المبنى وذلك عن طريق فتحات التهوية وفتحات الأبواب المنزلقة [٤: ص٢٥٦] ، وتصبح الواجهة الخارجية هي الحجاب الذي يحمي سكان البيت من أعين الغرباء.

٢ – **الحوائط الذكية** Smart Walls

الغرض الأساسى لهذا النوع من الحوائط هو جعل الواجهة غلاف نشيط يغير خصائصه استجابة إلى الظروف البيئية داخل وخارج المبنى . هذه الواجهة (الغلاف النشيط) تسمح بزيادة أو تقليل الإضاءة ، الهواء، الحرارة طبقا لظروف اللحظة ، فهى عبارة عن نظام متعدد الوظائف يحتوى على خلايا كهروضوئية photovoltaic تولد الكهرباء[٥: ص٨].





ثانياً : النوافذ

١– النوافذ المزدوجة ذات طبقة الطلاء المنخفضة الإنبعاثية

طبقة الطلاء المنخفضة الإنبعاثية Low Emissivity coating هي طبقة ذات سمك رقيق جداً وغير مرئية وهي من المعدن أو أكسيد المعدن ، وتوجد على سطح زجاج النافذة بهدف تقليل معامل U–Factor وذلك عن طريق تشتيت الأشعة الحرارية .

تقوم الفكرة لنفاذ الحرارة في الزجاج المتعدد الطبقات على إنتقال الأشعة الحرارية من لوح الزجاج الدافيء إلى اللوح الأكثر برودة ، لذلك فإن تغطية سطح الرجاج بخامة لها معامل إنبعاثية منخفض بحيث يكون السطح المغطى مواجه للفجوة بين طبقتي الزجاج ، يؤدي إلى منع كمية كبيرة من هذه الأشعة الحرارية من النفاذ وبالتالي يقلل من تدفق الحرارة الإجمالي من خلال النافذة • يتميز الطلاء المنخفض الإنبعاثية بأنه شفاف للضوء المرئي ، وتوجد منه أنواع مختلفة تم تصميمها لكي تسمح باكتساب نسب متفاوتة من أشعة الشمس ، فهناك نوع يسمح باكتساب نسبة كبيرة من أشعة الشمس و نوع يسمح بنسبة متوسطة ونوع يسمح بنسبة منخفضة [١٢].

ويمكن تحسين الأداء الحراري للنوافذ المزدوجة عن طريق تقليل توصيل الهواء الموجود في الفراغ بين طبقتي الزجاج للحرارة ، في الغالب يتم ملء هذا الفراغ بالهواء أوالنتروجين الخامل ، وقد بدأ مؤخراً استخدام غازي الأرجون أو الكريتون مع تحسين أدائهم الحراري ، ويتميز غاز الأرجون بأنه رخيص الثمن وغير سام، خامل وعديم الرائحة لذلك فخواصه تشبه خواص الهواء، ويكون سمك الفراغ الموجود بين طبقتي الزجاج من ١١–١٣ مم ، أما غاز الكريتون فأدائه الحراري أفضل من الأرجون ولكنه غالي الثمن ، لذا يستخدم في حالة الرغبة في جعل الفراغ بين طبقتي الزجاج أقل من ٦ مم[٥:ص١٠].

٢ – **وحدة الزجاج الثلاثية العناصر** Three Elements Glazing Unit

هذا النظام في التزجيج يستخدم في المناخ الأقل قسوة بحيث القيمة العالية ل R–Value أقل ضرورة ، وتتكون وحدة الزجاج من فيلم واحد داخلي بصري يتميز بأنه نقي وشفاف مع طبقتين من الزجاج الشفاف الذي يحمل درجة من درجات اللون والعاكس و ذلك لتحسين أداء النافذة .



٣- **وحدة الزجاج الرباعية العناصر** Four Elements Glazing Unit

تحتوي هذه الوحدة على طبقتين من فيلم شفاف بصري معلق داخلياً بين لوحين من الزجاج الشفاف ذو درجة لونية وعاكس ، وذلك ليخلق ثلاث مساحات من الهواء للعزل ، كل ذلك يؤدي إلى إرتفاع قيمة R-value ليصل مابين ٤: ٧،١ بدون الحاجة إلى ملء الفراغ بغاز خامل [م١٢].

٤- **التزجيج القابل للتحويل** Switch able Glazing

هو تزجيج للنوافذ ذو خصائص بصرية وشمسية ، ويتغير وفقا للقوة المحركة الكهربية ووفقا للضوء أو الحرارة.

يوجد نوعان الأول ملون والثاني يتحول لونه إلى الأبيض عند التعرض للشمس ، في حالة التزجيج الملون فإن الضوء وأشعة الشمس تنعكس من النافذة ، وهناك نوع ثالث من التزجيج المتحول يعتمد على التلوين الحراري Thermochromics ، هذا التزجيج يصبح غير شفاف عندما يتعرض للحرارة

لذلك فإن أفضل تعريف للتزجيج المتحول هو التزجيج الضوئي اللوني Photo chromic حيث الخامة يتحول لونها إلى اللون الغامق حينما تتعرض إلى كثافة ضوئية عالية [٥: ص١١].

- **التقنيات المستخدمة فى معالجة الأسطح الزجاجية الملائمة للواجهات الزجاجية:**

أولاً : إنتفاعية (وظيفية)

١. طريقة التبادل الأيونى بالترسيب
٢. العمليات الكيميائية
٣. التغطية بترسيب الأفلام من محاليل الأكاسيد وأملاح المعادن
٤. التغطية بالدوران

ثانياً: جمالية

١- **التصوير والطباعة**

أ- الطباعة بالشاشة الحرارية
ب- الطباعة بالإستنسل
ت- الطباعة البارزة
ث- الطباعة الرقمية



٢- الحفر

أ- الحفر الميكانيكى

- الحفر بالرش ببودرة الكاربوراندمأوالرمال الناعمة باستخدام الهواء المضغوط .
- الحفر باستخدام أحجار الكاربوراندم (مباشرة)
- الحفر الرقمى بأحجار الكاربوراندم باستخدام الكمبيوتر .

ب- الحفر الكيميائى

- الحفر باستخدام ملح فلوريد الأمونيوم .
- الحفرباستخدام حمض HF

ج- الحفر بالليزر

- هوعملية حرارية يعتمد تأثيرها على الخواص الحرارية والبصرية حيث يقوم جهاز الليزر بتضخيم الضوء المنبعث فيحوله إلى تردد واحد قوى جداً ، وله نقاوة تختلف عن ترددات الضوء العادى ويتم التحكم فمسار الضوء المنبعث بواسطة مرايا عاكسة لتركيزشعاع الليزر فى نقطة مما يرفع درجة حرارتها بسرعة كبيرة جداً[٧: ص ١٩٥]

أولاً : تقنيات تغطية الأسطح الزجاجية ذات الطبيعة الإنتفاعية

١- **التبادل الأيونى** باستخدام الغازات النشطة بالترسيب على سطح الزجاج ويتم فيها التبادل الأيونى باستخدام غازات (النيون – الأرجون – الكريتون) وتنشيطها باستخدام جهد كهربى يصل مداه من ٤٠ – ١٠٠ كيلوفولت لإحداث غشاء شفاف يعمل على تحسين الخواص البصرية للسطح الزجاجى والتى من أهمها زيادة معامل الإنكسار وكلما زاد الجهد الكهربائى زاد معامل الإنكسار.

٢- تقنية كيميائية لتحسين الخواص الفيزيائية لسطح الزجاج

أ- تقنية كيميائية لتحسين خواص الإنعكاس فى الزجاج بترسيب أملاح المعادن

تعتمد على إيجاد طبقة شديدة الإنعكاس للضوء على سطح الزجاج عن طريق ترسيب جزيئات عناصر معدنية على سطح الزجاج ، ويتم ذلك عن طريق صنفرة سطح الزجاج بأكسيد الزنك ووضعه فى محلول كلوريد القصدير مضافاً إليه حمض HCl أواستخدام نترات الفضة مع عامل مختزل (محلول السكروز والفورمالدهبد) أوخليط منهما .

ب- التغطية بترسيب الأفلام من محاليل الأكاسيد وأملاح المعادن (الطلاء بالغمس)

فى هذه الطريقة يتم عمل طبقة رقيقة من الطلاء باستخدام الأكاسيد ويتم تثبيت الطلاء عند درجة حرارة مابين ٢٥٠ ، ٦٥٠ م^{o} لتثبيت الطلاء وذلك لتغيير الخصائص البصرية حيث يخفض من نفاذية الضوء .

ج- التغطية بتكثيف أبخرة المعادن على سطح الزجاج بالترسيب للإقلال من شفافية الزجاج

وفيها يتم تكوين غشاء رقيق من ذرات المعادن مثل الزنك والكادميوم عن طريق تبخيره وتكثيفه على سطح الزجاج ويمكن تحسين عملية التبخر عن طريق إضافة كميات قليلة من معادن أخرى مثل الفضة والكروم ، وتكون الطبقة المتكونة صلبة ومتماسكة وتعمل على الإقلال من نفاذ الضوء.

٣- التغطية عن طريق اللف المغزلى (الدوران)

وفيه يتم تغطية السطح بالمحلول عن طريق جعل السطح الرطب يـدور حتى ينتشر عليه المحلـول المكون من الأكاسيد المعدنية مثل (Al_2O_3). (TiO_2. SiO_2) ثم يتبعها مرحلة التجفيف وهى تعمل على توفير خواص ضوئية ذات جودة عالية[(٨ : ص ٥٧-٦٤)].

ثانياً : تقنيات تغطية الأسطح الزجاجية ذات الطبيعة الجمالية :

١- التصوير والطباعة على الزجاج

تطورت تلك التقنية من الطباعة البارزة إلى الطباعة الرقمية ولها قيمة فى تحقيق القيم الفنية وفى تغطية المسطحات الزجاجية الخاصة بالواجهات ويستخدم فى تلك التقنية طلاءات زجاجية حرارية شفافة أونصف شفافة أ ومعتمة يتم تثبيتها بالحرارة وهناك أنواع خاصة تستخدم فى التشكيل بالثنى الحرارى ومنها :

أ-الطباعة باستخدام قوالب ذات أسطح بارزة على الزجاج .

ب- الطباعة على الزجاج بطريقة الأجزاء السالبة والموجبة (الطباعة بالإستنسل) .

ج-الطباعة بالشاشة الحرارية على الزجاج

د-الطباعة الرقمية أو الطباعة بالنفث الحبرى .

يستخدم فيها الطلاءات الزجاجية الشفافة والمعتمة لنسخ الصور والتصاميم وإظهار الأعمال الفنية ، و استخدام تكنولوجيا التغطية بمواد لها القدرة على تشتيت أشعة الشمس ومقاومة الحرارة للتحكم فى الخواص الضوئية .



٢- الحفر على الأسطح الزجاجية .

هو نوع من معالجة السطح الزجاجى لتغيير شفافيته ويعتبر من طرق التصوير والزخرفة على الزجاج ، ومنه:

أ- الحفر الكيميائى باستخدام حمض HF أوملح$(NH_4)F$.

ب- الحفر الميكانيكى ومنه الحفر بالرش ببودرة الكاربوراندم أوالرمال الناعمة باستخدام دفع الرمال – القطع والحفر فى الزجاج بواسطة أحجار الكاربوراندم .

- **الطلاءات المستخدمة فى تغطية الأسطح الزجاجية**

١- الطلاءات المنخفضة الإنبعاث

وهى عبارة عن طبقات رقيقة من مركبات المعادن المختلفة لاترى بالعين المجردة وتعمل على تقليل معدلات الإنبعاث الحرارى وتكون الطلاءات شفافة إلاأن لها القدرة على تخفيض النفاذية بزيادة القدرة على الإتعكاس باستخدام أكاسيد SnO_2 Ag، وله كفاءة عالية للتوصيل الكهربى .

٢- الطلاءات الشفافة الموصلة للكهرباء

تستخدم على زجاج السيليكا والبوروسيليكات الردىء التوصيل للكهرباء ويتميز الطلاء بشفافيته العالية للضوء مما يزيد من توصيله للكهرباء نظراً لوجود الأكاسيد فى مكوناته ، ويعكس أشعة IR ذات الموجات الطويلة. وتستخدم تقنيات تغطية الأسطح الزجاجية فى الواجهات لتحقيق أغراض جمالية ووظيفية .

٣-طلاءات تستخدم لحماية وتغييرشفافية طبقات الحفر (الكيميائوالميكانيكى) فى الزجاج(٨ : ص ٧٣-٨٨).

ويمكن دمج أكثر من تقنية فى الواجهة المعمارية ، كما تحتاج العمارة الحديثة إلى زجاج يلبى إحتياجات الأغراض التصميمية التالية :

١- تقليل فقدان الطاقة .
٢- التواصل البصرى .
٣- تفادى الحرارة الغير مرغوب فيها .
٤- تحقيق الخصوصية .

ولتحقيق هذه الأغراض تعددت الواجهات وتنوعت فى الطرق التكنولوجية المستخدمة كما يلى:

١- الواجهات ذات الطبيعة المفردة Single Skin Facades **ومنها :**

أ- أنظمة التحكم الشمسى الخارجية : وهى تجعل الحرارة المنبعثة منها خارج المبنى حيث يكون الشعاع النافذ منها ٠,١% .



ب- أنظمة التحكم الشمسى الداخلية : يعتبر تأثير الحرارة المنبعثة من هذه الأنظمة المستخدمة بفعل الإشعاع الشمسى بسيط ، ويمكن إزالة تأثيره عن طريق سحب الحرارة من على هذه الأنظمة .

٢- الواجهات ثنائية الطبقة Skin Façade Double

تضاف فى هذه الواجهة طبقة أمام أوخلف واجهة المبنى وتدعم بأنظمة الإظلال الشمسفى الفجوة الداخلية تعمل كحامى من التأثيرات الجوية والرياح والضوضاء وكذا تحجب الأشعة الشمسية .

ومن مميزات الواجهات المزدوجة : تقليل معامل النفاذية وتقليل معامل إكتساب الحرارة الشمسية واسترداد الحرارة الشمسية أثناء الشتاء وتجميع الحرارة عند الحاجة ، ويعتمد عمق الفراغ الداخلى أونوع التهوية المستخدمة فى النظام على الظروف البيئية .

- **أنواع الوجهات**

١- **الواجهة التقليدية المغطاة بالزجاج** Conventional Fully Glazed Façade

ويتم فيها دمج وحدات الترجيج مع أنظمة الإظلال وعادة يستخدم الزجاج المعالج بالتغطية .

٢- **واجهة التهوية الطبيعية** Naturally Ventilated Facade

وفيها يتكون الزجاج من طبقتين ، الخارجية من الزجاج المفرد والداخلية من الزجاج العازل ويتم تهوية التجويف الداخلى طبيعياً .

٣- **الواجهة الفعالة** Active Facade

تتكون من وحدة زجاج خارجية من الزجاج العازل وطبقة داخلية مفردة ويتم تهوية التجويف من خلال تدوير هواء الغرفة.

٤- **الواجهة التفاعلية** Interactive Facade

يشتمل تركيبها على طبقة مفردة من الخارج ووحدة عازلة من الداخل ويتم تهوية التجويف الداخلى عن طريق الهواء الخارجى باستخدام وسائل منظمة للحرارة ، كما يعتمد مدى أداء وفاعلية النظام على عديد من العوامل المؤثرة على التصميم (نوع الزجاج ،نوع الستائر، وضع الستائر، معدلات تدفق الهواء) (٣: ص١٧٣- ١٩٨)

- **أنظمة تركيب الزجاج فى الواجهات**

١ – النظام التقليدى

يعتبر هذا النظام من النظم التقليدية لتركيب الزجاج فهو يحقق المتانه والصلابة و يتحمل أحمالا إضافية ويمنع تسرب المياه فيقاوم مياه الأمطار، ويتحمل القوى المختلفه للرياح

٢ – تركيبات ذات فواصل يعلق فيها الزجاج

وهي إحدى الطرق المتبعة في تنفيذ الواجهة الزجاجية والتي تعتمد على عدم وجود أطر معدنية فى التركيب وتركيب من خلالها الألواح الزجاجية علي هيئة شبكية وقد استخدم هذا النظام في الستينيات في الواجهة المعمارية دون الحاجة إلى استخدام الأطر المعدنية وذلك لتحقيق عدم وجود تقاطعات معدنية تعمل على إنسياب المسطحات في هيئة زجاجية مسطحة واحدة مع توفير أكبر قدر من نفاذية الضوء ، ويوضح النظام التركيبى للألواح الزجاجية في هيئتها المجمعة وهو يضم مجموعة من الألواح الزجاجية المثبتة عند الأركان من خلات تركيبات معدنية مع ملء الفراغات و الوصلات و المفصلات بمادة السيليكون و استخدام الفواصل الزجاجية الرأسية لتوفير المتانة الجانبية مع توفير الهواء .

٣– النظام العنكبوتى

يتكون من عدد من الإكسسوارات ذات أذرع معدنية تحمل الواح الزجاج مثبتة بواسطة مسامير مفصلية كروية ويملأ الفراغ بين الألواح بمواد عازلة مقاومة للضغط الميكانيكى ويساعد هذا النظام فى حرية تشكيل الواجهة وتكوين الجسم النحتى المطلوب .

٤ – نظام الواجهات الزجاجية المستمرة

وهى أنظمة من قطاعات الألومنيوم الخاصة بحيث يتم تركيب الزجاج المقسى المزدوج ضمن هذه القطاعات ويتم تطبيق هذه الأنظمة فى الواجهات بدون وجود فواصل أسمنتية حيث تختلف هذه الأنظمة باختلاف مايظهر من قطاعات الألومنيوم ،ويمكن تنفيذ فتحات ضمن الواجهات بشكل مخفي بحيث لا تظهر أماكن هذه الفتحات على الواجهة ، حيث أن هذا النظام يعتمد على إنشاء هيكلي حامل للواجهات مثبت مع الجوانب ، ثم يتم تركيب ضلف الواجهة بشكل متتالي ، حيث أن الضلف الثابتة و المتحركة تأخذ نفس الشكل وإنما يبقى تحديد الفتح والإغلاق مرتبط بالمصمم والوظائف الخاصة للمنشأة .

٥ – نظام الجدران الزجاجية المنزلقة

أنظمة حديثة من الإكسسوارات تستخدم فى الواجهات بهدف توفير أكبر قدر من الضوء حيث تنزلق القطع الزجاجية لتتجمع بجانب بعضها ملاصقة للجدران الجانبية للفتحة ، وتستخدم فى الأبواب داخل الواجهة .

٦- نظام تركيب للشبكات الزجاجية

يتكون من تركيبات مصنعة من الصلب لحمل المسطحات الزجاجية ، وهو يعتمد على التجميع على هيئة شبكات تحقق مسطحات زجاجية مربعة ومنتظمة فى الواجهة المسطحة ، وتظهر على شكل شبه معين فى الواجهات ثلاثية الأبعاد .وهى تتيح تركيب ألواح زجاجية مسطحة أبعادها كبيرة .

٧- نظم التركيبات المستخدمة فى إطارات الواجهات المعمارية الزجاجية المقوسة

تصنع من خامة الألومنيوم وتتيح العديد من الأغراض الوظيفية وتعتمد على الخطوط المقوسة المزدوجة وبعزل جيد[٨:ص١٧١-١٨٩].

النظم الحديثة لإدارة الفراغات الداخلية فى المبانى المتوافقة مع البيئة

١- النظم الثابتة: تشمل النظم الثابتة نوعيات زجاج حديثة منها :

أ- الزجاج المحدد للإشعاع الطيفى

يسمح لموجات معينة من الضوء الطبيعى بالمرور ويحجب موجات أخرى .

ب- الزجاج المحدد الزوايا

هذا النوع من الزجاج يحجب بعض أشعة الشمس ذات الزوايا المحددة بينما يسمح بمرور أشعة ذات زوايا أخرى حيث يحجب أشعة الشمس فى فترات محددة من العام .

ج- الزجاج الموجه للضوء

تقوم فكرته على إعادة توجيه الضوء إلى المناطق المرغوب بها داخل المبنى .

٢- النظم المتغيرة

تقوم بالتحكم فى شدة الإستضاءة بتقليل عملية الإبهار الناتج عن الضوء الشديد وتوفر أيضاً الخصوصية وتعمل على تقليل كمية الأشعة الفوق بنفسجية ومنها :

أ- زجاج متغير اللون بالتيار الكهربائى

يتميز هذا النوع بمرور تيار منخفض من خلال غطاء رقيق على سطح الزجاج فيقوم بتغيير لون الزجاج ويصبح معتم ويتم ذلك التحكم أوتوماتيكيا باستخدام حساسات الضوء .

ب-زجاج متغير اللون بشدة الإستضاءة

يتغير خصائص الزجاج بتغير شدة الاستضاءة وكلما زادت شدة الاستضاءة يتحول الزجاج إلى الحالة المعتمة وبذلك يقل نفاذ الضوء .



ج- زجاج متغير اللون بالحرارة

تتغير خصائصه بتغير الحرارة التى تتناسب بصورة مباشرة مع شدة الإستضاءة فكلما زادت الحرارة يتحول الزجاج إلى اللون المعتم وبالتالي يقل نفاذ الضوء[٣: ص٢٢٧-٢٢٨] .

- **الأساليب المختلفة المستخدمة في تثبيت الواجهات المعدنية** : تختلف طرق التثبيت من حيث مكانها في المبنى إلى :

١- أسلوب التثبيت المباشر (الأمامي) وهو الأسلوب الأكثر استخداما في الواجهات ويتم فيه تثبيت الأعمدة الرأسية من الأمام مباشرة

٢- أسلوب التثبيت من أعلى وفيه تثبت الأعمدة الرأسية والوحدات من أعلى إلى أسفل.

٣- أسلوب التثبيت الجانبي يتشابه هذا الأسلوب مع أسلوب التثبيت من أعلي من حيث المميزات وأسلوب التركيب ، بالإضافة إلى أنه يسمح بالتركيب الأفقي أيضا فيمكن تثبيت الوحدات على المبنى جانبيا.

وصلات التمدد الرأسية المستخدمة في التركيبات المعدنية للواجهات

١- الوصلات الثابتة

لا تسمح للقائم الرأسي المتصل بها بالحركة أو التمدد وتصمم لتتحمل الأحمال الدائمة وأحمال الرياح من ضغط أوسحب.

٢- الوصلات المتحركة

تسمح للقائم الرأسي المتصل بها بالحركة والتمدد في إتجاه القائم المثبت بها وتصمم لتتحمل أحمال الرياح فقط من ضغط أو سحب

٣- أساليب التثبيت الممتدة عبر الأدوار المتكررة تمتد فيها القوائم الرأسية بامتداد الواجهة في حين أن العوارض الأفقية غالبا ما تمتد بين كل قائمين رأسيين ، ويقسم هذا القائم الممتد بطول الواجهة إلى قطاعات متصلة فيما بينها بوصلات حيث لا يمكن إنتاج قطاع واحد بطول الواجهة ، ومن هنا كانت أهمية الوصلات الرأسية التي تربط بين القطاعات الرأسية لتكون القائم الرأسي الممتد بطول الواجهة .

وصلات التجميع

يلي وصلات التمدد الرأسية وصلات التجميع والتي يتم فيها تجميع العوارض الأفقية مع الرأسية لاستكمال الهيئة الأساسية للواجهة استعداداً لتركيب الحشوات وفتحات التهوية وتستخدم في إنتاجها مواصفات وتقنيات عالية جداً لتحقق عنصر الأمان للمنشأ، كما توجد عدة أنواع أخرى للوصلات منها وصلات تجميع الأركان الداخلية والخارجية ووصلات تجميع الأسطح

المائلة بالإضافة إلى وصلات التجميع الخاصة ، والتي لا تندرج تحت أنواع الوصلات السابقة ، فعندما يضم تصميم الواجهة التقاء سطحيين مائلين عند أحد أركان المبنى يمتدان على جانبي المبنى فيجب عندئذ إنتاج وصلة تفي بهذه الاحتياجات وإمكانية إضافة أسطح إضافية أخرى لها .

وصلات التغطيات الخارجية

تعد وصلات التغطيات الخارجية أخر الوصلات المعدنية لاستكمال أساليب التركيب المختلفة بالواجهات المعدنية والمقصود بها هو كل ما يغطى الواجهة من حشوات مختلفة وفتحات (نوافذ ، أبواب المداخل) .

وصلات تثبيت الحشوات

بعد الانتهاء من تركيب الهيكل الأساسي للواجهة يتم تركيب الحشوات في الأماكن المخصصة لها داخل الإطارات، وتتم بناء على عدة إعتبارات منها تحديد سمك ونوع ووزن كل نوع من الحشوات وكل هذه الإعتبارات محسوبة من قبل في التصميم الإجمالي مع حسابات الإنشاء والتحمل والمقاومة للعوامل الجوية المختلفة من رياح- زلازل- ضغط- رطوبة ....الخ.

هناك عدة أساليب لتثبيت الحشوه الزجاجية داخل الإطار المخصص لها وذلك بتثبيت ألواح الزجاج داخل إطار من الألومنيوم ليكونا وحدة واحدة ويتم تركيبها في الهيكل الأساسي للواجهة بحيث يترك فراغ بين كل وحدتين ، يسمح هذا الفراغ بتثبيت الوحدة في القوائم الرأسية والعوارض الأفقية ، ونتيجة لتثبيت الزجاج داخل إطار بمثابة شباك فيمكن تثبيت الضلف بنفس الطريقة وتكون حركة الضلفة في الفتح إلى الخارج ، وفى هذا النوع من الضلف يتم تركيب جميع الوصلات الخارجية بتثبيت الضلفة في الهيكل المعدني وأيضا الإكسسوارات الخاصة بالضلفة من مقبض أو مفصلات ...الخ من الداخل ، مما يحقق إنتظام شكل الواجهة الخارجي وبذلك لا يمكن تحديد أماكن النوافذ من خارج المبنى ، كما توجد طريقه أخرى لتثبيت الزجاج وتعمل على عدم ظهور أي مساحة من القطاع خارج المبنى وهذه الطريقة تعتمد على تثبيت الزجاج بالمواد اللاصقة ، لذا يجب استخدام مركبات من السيليكون الطبيعي بمواصفات قياسية تتحمل جميع إجهادات الشد الناتجة عن التحميل الرأسي لوزن الزجاج وعمل قياسات وإختبارات عليها للتأكد من تحملها لقوى الضغط والسحب للرياح وقوى الشد الرأسية ، ومما سبق يتضح تعدد أساليب التركيبات المعدنية وتنوعها حسب تصميم الواجهة .

- **أنظمة تدفق الهواء**

١- النظام الفعال

٢- يتكون من طبقتين الخارجية من الزجاج المزدوج والداخلية من الزجاج المفرد بينهما تجويف داخلى للهواء .

٣- النظام السالب

وهو يشبه النظام الفعال فيما عدا دخول الهواء من الخارج ووضع طبقات الزجاج بحيث تكون الطبقة المفردة فى الخارج والمزدوجة من الداخل[١٠ص١٩٩،٢٠٠٠] .

وتنفيذ هذه الأنظمة بسيط وسهل ولكنه يحتاج إلى ما يلي :

١- دراسات متخصصة قبل إعطاء الأمر بالتنفيذ .

٢- دراسة المقاطع الهيكلية للواجهة ومدى تحملها وطرق تثبيتها

٣-دراسة مواد لصق الزجاج والجوان الإنشائي السيلكوني وكمية المواد اللاصقة لكل ضلفة على حدة.

إعتبارات أساسية فى إختيار التركيبات الزجاجية فى الواجهات المعمارية

١- الإهتمام بدراسة الظروف والعوامل البيئية والمناخية .

٢- حساب الحمولات التي تتعرض لها العناصر المكونة للواجهات مع الاعتماد الكامل على التصميم المطلوب للواجهة.

٣- تحديد قواعد التثبيت الحاملة للدعمات الرأسية حيث لا بد من دراسة هذه القواعد مع مراعاة التثبيت (أقطارها وأطوالها) .

٤- إختيار الحلول الإنشائية الملائمة لتقسيمات الواجهة ، ودراسة المقاطع التي يمكن استخدامها مع المحافظة على الشكل المعماري المطلوب .

٥- إمكانية استخدام الزجاج المضاعف والمفرد على حد سواء وكذلك استخدام الحشوات المطلوبة في أماكن الإغلاق من الواجهات .

٦- عند عمل فتحات ضمن الواجهات نضيف إطارات محيطية وضلفات متحركة مما يظهر أماكن وجود هذه الفتحات و للتخلص من هذه المشكلة فقد أوجدت أنظمة الواجهات المستمرة.



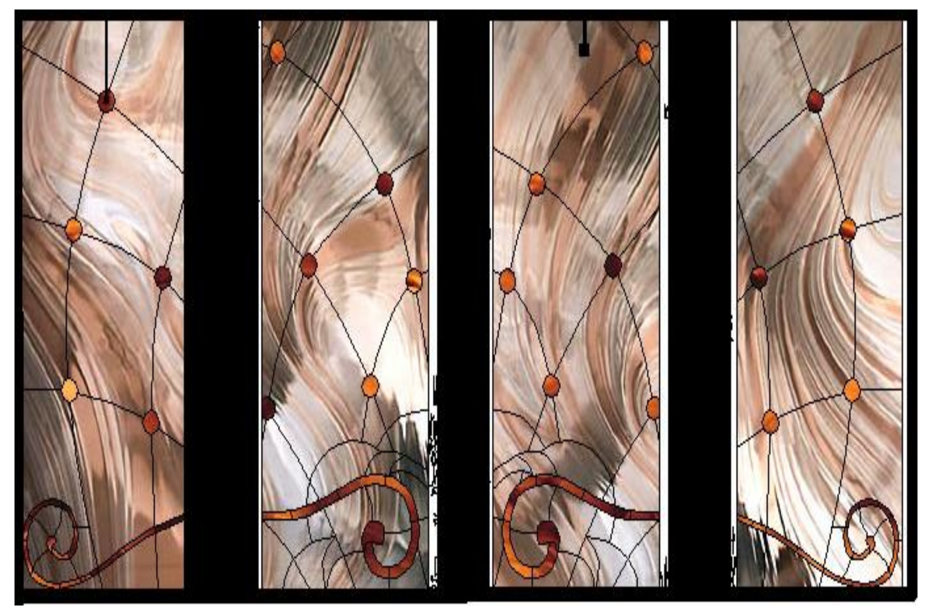
- **تصاميم للواجهة الزجاجية**



التصميم الأول



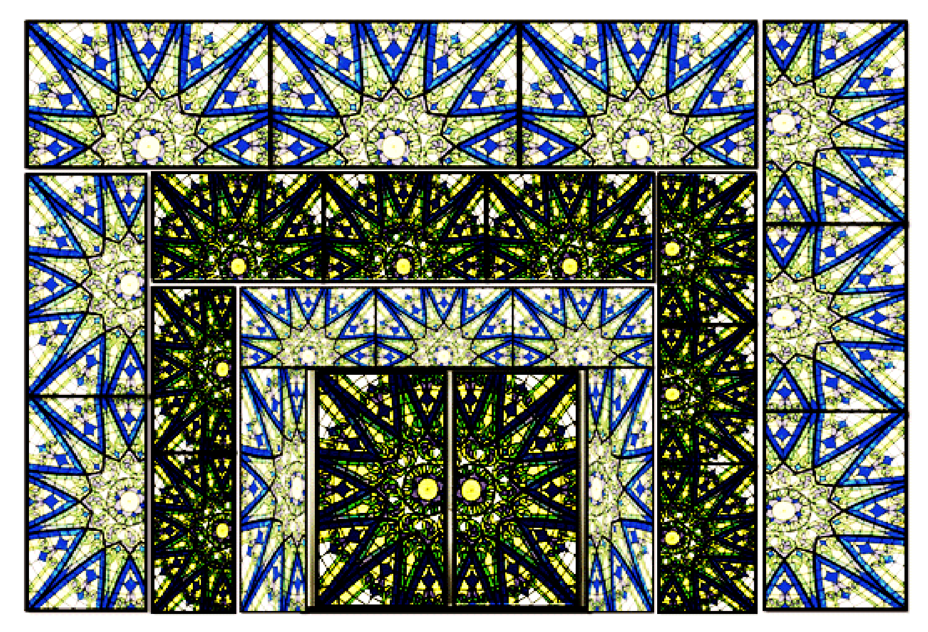
التصميم الثانى



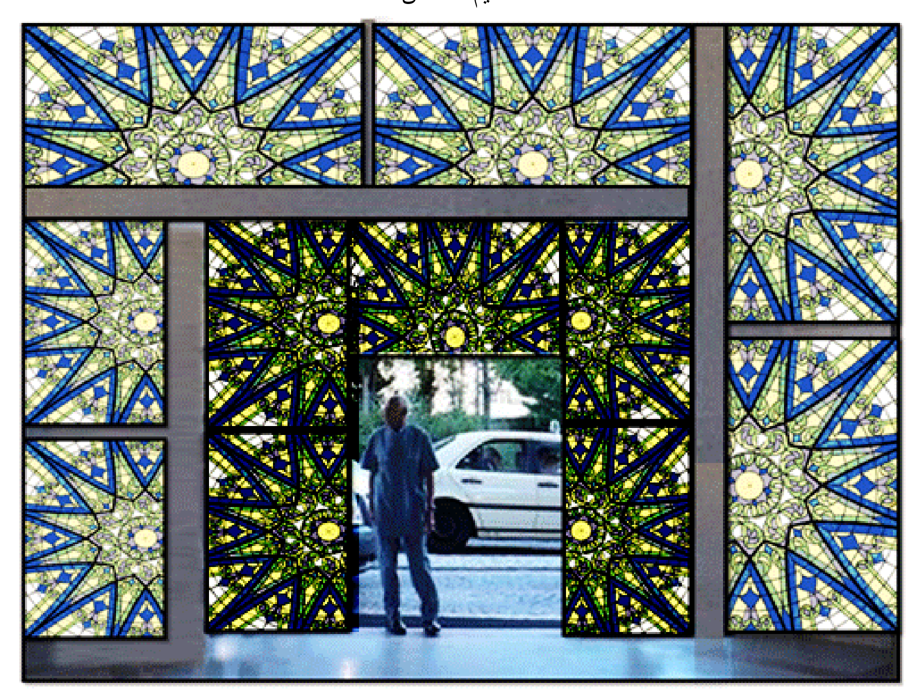
التصميم الثالث



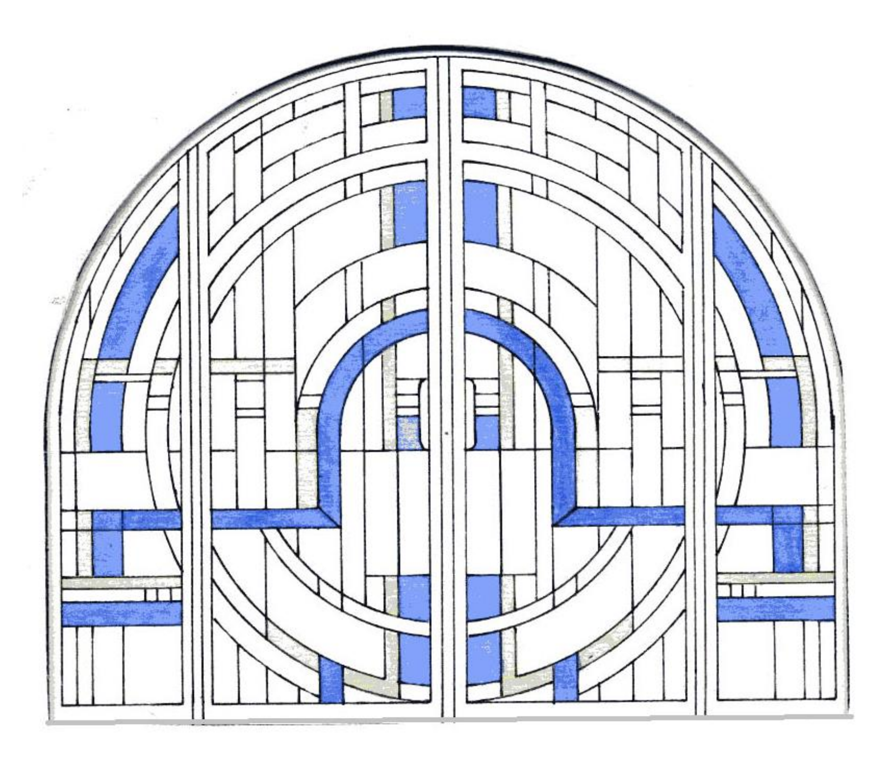
التصميم الرابع



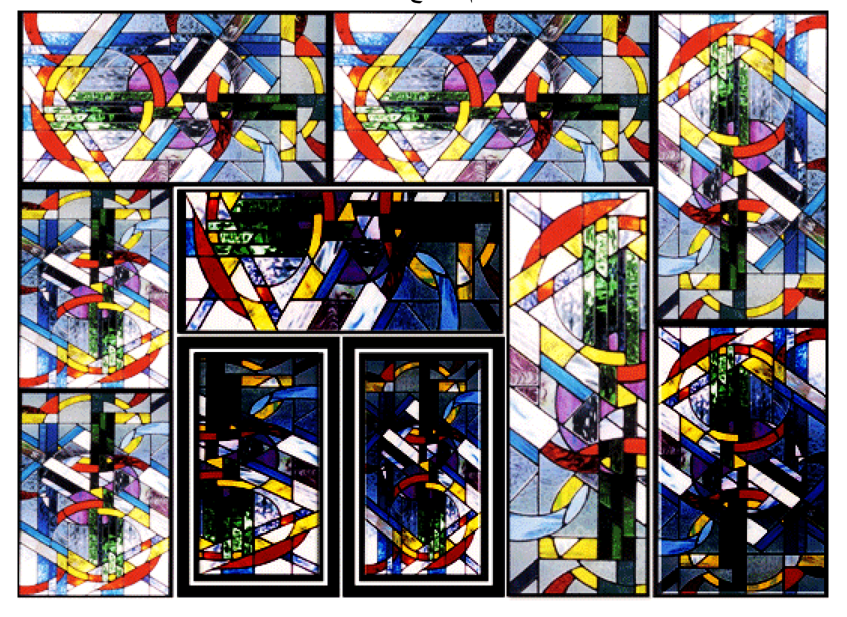
التصميم الخامس



التصميم السادس



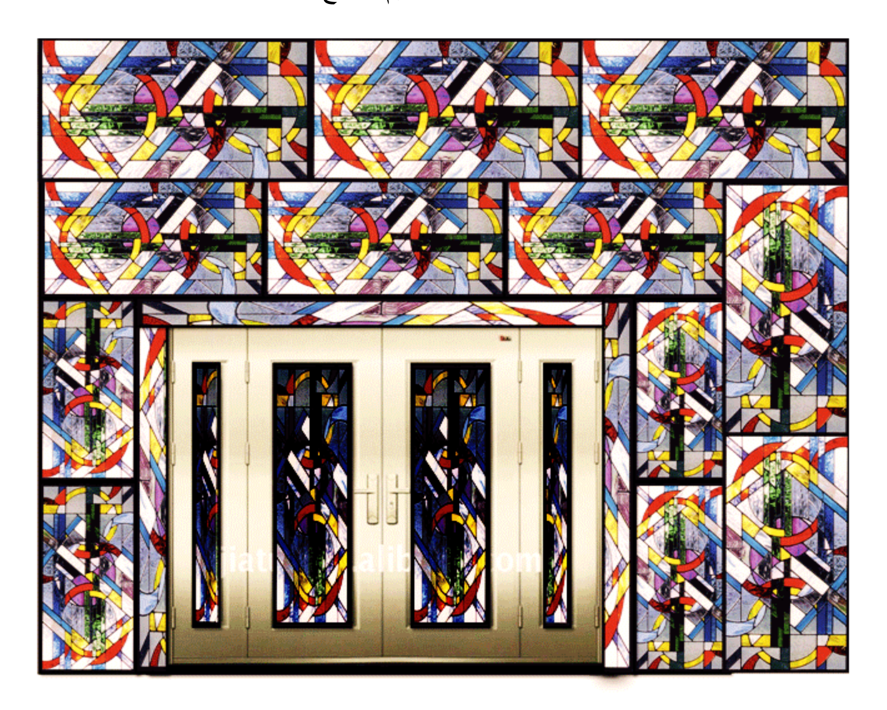
التصميم السابع



التصميم الثامن



التصميم التاسع



التصميم العاشر

من خلال إستعراض التصاميم السابقة يتبين أنها مبتكرة ومنها الإسلامي الهندسي ، حيث تتميز بالخصائص الفنية للزخارف الإسلامية (التجريد ، التكرار، إثراء السطوح ، الدقة والإتقان ، الإيقاع ، التقسيم الهندسى) كما بالتصاميم (٤-٦)، ومنها التجريدى كما بالتصاميم (١-٣)،(٧-١٠) ،مع مراعاة إختلاف التقسيم الهندسى للواجهات ، والتغيير فى مساحات الزجاج المستخدم وسمك المعدن لإظهار التنوع فى الواجهة ، وكذلك إرتباط المعدن المستخدم بالزجاج كما بالتصاميم (٣،٧)، وتوظيف الوحدة الزخرفية فى أكثر من تصميم بطرق مختلفة للحصول على بدائل كثيرة للتصميم الواحد كما بالتصاميم (٤-٦)،(٨-١٠) ، وإختلاف الألوان المستخدمة من حيث الشفافية (معتم – نصف شفاف –شفاف) لتحقيق الخصوصية والتواصل البصرى بين البيئة الداخلية والخارجية بطريقة تؤدى إلى التوافق البيئى وتتناسب مع البيئة المصرية وتعمل على الإرتباط بين البيئة الداخلية والخارجية .

تم إظهار أماكن وجود الفتحات فى بعض الواجهات وإخفاء أماكنها فى بعضها باستخدام أنظمة الواجهات المستمرة ، ويمكن تنفذ هذه الواجهات كطبقة مفردة باستخدام تقنية الطباعة الرقمية وتقنية الزجاج المؤلف بالرصاص ، وكذلك استخدام طبقة أخرى من الزجاج وتكون الواجهة ثنائية الطبقات فى كل الواجهة أو أجزاء منها لتحقيق متطلبات العمارة المصرية.



يوضح الجدول التالى التقنية المستخدمة وأسلوب التركيب والتثبيت المناسب للتصميم

التصميم	التقنية	أسلوب التثبيت	نظم التركيب	الفتحات
الأول	الطباعة الرقمية	من أعلى إلى أسفل	التقليدى	ظاهرة
الثانى	الطباعة الرقمية	الأمامى المباشر	التقليدى	ظاهرة
الثالث	ترسيب الأملاح من محاليل الأملاح مع التعشيق	من أعلى إلى أسفل	التثبيت الممتد	مختفية
الرابع	الحفر والطباعة مع التعشيق	الأمامى المباشر	تركيبات ذات فواصل	ظاهرة
الخامس	الحفر والطباعة مع التعشيق	الأمامى المباشر	الواجهات المستمرة	مختفية
السادس	الحفر والطباعة مع التعشيق	من أعلى إلى أسفل	تركيبات ذات فواصل	مختفية
السابع	الزجاج المؤلف بالرصاص	الجانبى	الواجهات المستمرة	مختفية
الثامن	الطباعة مع التعشيق	الأمامى المباشر	الواجهات المستمرة	مختفية
التاسع	الطباعة مع التعشيق	من أعلى إلى أسفل	التقليدى	ظاهرة
العاشر	الطباعة مع التعشيق	الأمامى المباشر	الواجهات المستمرة	ظاهرة

- **النتائج : أمكن من خلال هذا البحث التوصل إلى :**

١- تصاميم متنوعة ومبتكرة للواجهاتالزجاجية تلائم البيئة المعمارية المصرية وتحسن الأداء الوظيفى والجمالى للزجاج فى العمارة ، و يمكن تنفيذها بتقنيات مختلفة مثل الطباعة الرقمية و الزجاج المؤلف بالرصاص .

٢- إيجاد العديد من البدائل والحلول لمشكلات تصميم الواجهاتالزجاجية بالاستفادة من الأساليب المختلفة لتثبيتها، وتجميعها، يمكن تنفيذها بالتقنيات الحديثةوتلائم البيئة المعمارية المصرية.

- **التوصيات:**

١-ضرورة الاتجاه نحو الإستفادة من التقنيات الحديثة فى تصميم الواجهات الزجاجية لتحقيق التوافق البيئى فى العمارة المصرية .

٢- زيادة الاهتمام بالدراسات المتخصصة في مجالات البيئة والتصميم.

- **المراجع :**

١- خالد محمد حسن (د) " **الاستفادة من الاساليب التكنولوجية الحديثة فـى معالجة الفتحات فى العمارة الداخلية** " المؤتمر العلمى السابع – كلية الفنون التطبيقية – القاهرة ، ٢٠٠٠م .

٢- أحمد محمد حماد(د)"**الاستفادة من الزخارف الإسلامية لتحقيق الخصوصية في المسكن باستخدام الحفر على الزجاج**"المؤتمرالدولي للعمارة والفنون الإسلامية"الماضي . الحاضر . المستقبل " القاهرة، ٢٠٠٧ م .

٣- منى سيد رمضان " **الزجاج الذكى واستخداماته فى البيئة المصرية** " رسالة ماجستير – كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان – القاهرة، ٢٠٠٧ م ٠

٤- علا محمد سمير " **العمارة الذكية و اثرها على التصميم الداخلى و الخارجى** " رسالة دكتوراه – كلية الفنون التطبيقية –= جامعة حلوان – القاهرة ، ٢٠٠٦ م٠

٥- عـلا محمد سمير (د)" **الفناء فى العمارة الإسلامية بين التأصيل و التحديث** " **دراسة مقارنة بين الفناء فى العمارة الإسلامية و الفناء فى كلٍ من العمارة المصرية القديمة و العمارة الذكية** "المؤتمرالدولي للعمارة والفنون الإسلامية"الماضي . الحاضر . المستقبل " القاهرة، ٢٠٠٧ م .

٦- مجدي محمد أمين محمد "**الموضوعية في التصميم ما بين النظرية والإتجاه**" مجلة علوم وفنون، جامعة حلوان، المجلد ٢١ العدد ٤ أكتوبر ٢٠٠٩م.

٧- محمد عبدالله المندراوى"**تكنولوجيا القطع بالليزر الآمن والاستفادة بها فى تصميم الأثاثات المعدنية**"علوم وفنون ،المجلد ٢٠ ،العدد ٤، ٢٠٠٨ م .

٨- رشا محمد على حسن زينهم "**فاعلية المعايير التكنولوجية المتقدمة فى تصميم الواجهات الزجاجية للعمارة فى مصر**" رسالة دكتوراه – كلية الفنون التطبيقية –= جامعة حلوان – القاهرة – ٢٠٠٩ م ٠

٩- M.colombar, Mkrash, M.Zobes, ' **Introduction of Advanced Facade Technology** "world Renewal Energy congress vll, permasteelisa research Engineering ٢٠٠٢.

١٠- http://www.epcocorp.com,product.htm .

١١- www.smart.arch.nl .

١٢- www.visionwall.com .


مجلة الفنون و العلوم التطبيقية ـ دورية علمية دولية محكمة ـ تصدرها كلية الفنون التطبيقية ـ جامعة دمياط – مصر
(JAAS)
Journal of Applied Arts & Sciences – International Peer Reviewed Periodical - Issued By Faculty of Applied Arts Damietta University - Egypt


Using of the Modern Techniques in Glass Design for Architectural Facades

Abstract:

Modern architecture theories trying to realize the environmental concurrence. This by using the architectural elements that serving the environment and helping the glass architectural facades to realize the environmental concurrence of architecture as it can be considered as ventilation areas, facilitating the changing of climate circumstances of the inner space easily and organizing the natural light inside the inner space.

Facade can be considered as an active coat changing its characteristics as a response of the environmental circumstances inside and outside the building to allow increasing or reducing light, air and temperature according to the moment's conditions.

Whereas the relation between man and environment is representing on (natural-artificial) environment and the occurred effects on the natural environment and affecting the man's thought, and this may lead to achievements serving several life fields. The modern architecture's design should contain the regular thinking and planning before the executive process for all works, whether this was a constructional, Architectural or industrial works, or even if was plastic works. This should be fits with the scientific and technological progress and to use the concluded by the modern science.

Research's problem was concerned in:

- The need to activate the modern techniques in glass to use them in the architectural glass facades.
- The need of glass facades designs gathering between originality and contemporaneous can be implemented by the modern techniques in a way fits with the Egyptian environment.

Research aiming to conclude:

To use the modern techniques in glass facades designs fit with the Egyptian architectural environment.

Research important concerns in:

- To activate the modern techniques for designs developing the glass facades and to fit with the Egyptian modern life's recent developments.

Research could conclude the following:

- To create various designs gathering between the originality and contemporaneous for the architectural glass facades can be implemented by the modern techniques.
- To find several alternatives and solutions for the glass facades design problems that conform to the Egyptian architectural environment.

Keywords:

Glass Facades - the environmental concurrence - modern techniques in glass –digital printing - Installation Methodsfaces.

مجلة الفنون و العلوم التطبيقية - دورية علمية دولية محكمة- تصدرها كلية الفنون التطبيقية - جامعة دمياط – مصر
(JAAS)
Journal of Applied Arts & Sciences – International Peer Reviewed Periodical - Issued By Faculty of Applied Arts
Damietta University - Egypt



الحروف اليونانية والاستفادة منها في ابتكار تصميمات أقمشة المفروشات المطبوعة

The use of Greek letters in creation of upholstery fabric designs

أ.م.د/ محمد إبراهيم محمد إبراهيم

أستاذ مساعد بقسم طباعة المنسوجات

والصباغة والتجهيز

كلية الفنون التطبيقية – جامعة دمياط